PCT

WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM Internationales Büro

INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation 7:
H01L 27/085

A1

(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 00/19536

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum: 6. April 2000 (06.04.00)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE99/02924

(22) Internationales Anmeldedatum: 14. September 1999

(14.09.99)

(30) Prioritätsdaten:

198 44 130.4

25. September 1998 (25.09.98) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, D-80333 München (DE). MITLEHNER, Heinz [DE/DE]; Danziger Strasse 1A, D-91080 Uttenreuth (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): DOHNKE, Karl-Otto [DE/DE]; Ringstrasse 74, D-96117 Memmelsdorf (DE). STEPHANI, Dietrich [DE/DE]; Hans-Birkmayr-Strasse 7, D-91088 Bubenreuth (DE). WEIS, Benno [DE/DE]; Amselstrasse 8, D-91334 Hemhofen (DE).

(74) Gemeinsamer Vertreter: SIEMENS AKTIENGE-SELLSCHAFT; Postfach 22 16 34, D-80506 München (DE). (81) Bestimmungsstaaten: CN, JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

Veröffentlicht

Mit internationalem Recherchenbericht.

Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.

(54) Title: ELECTRONIC SWITCHING DEVICE WITH AT LEAST TWO SEMICONDUCTOR COMPONENTS

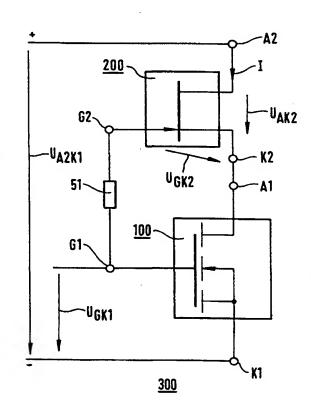
(54) Bezeichnung: ELEKTRONISCHE SCHALTEINRICHTUNG MIT MINDESTENS ZWEI HALBLEITERBAUELEMENTEN

(57) Abstract

The electronic switching device (300) consists of at least a first and a second semiconductor component (100, 200), a first anode terminal (A1) and a second cathode terminal (K2) being short-circuited. A control voltage (U_{GK1}) which can be applied to a first grid terminal (G1) is at least partly also applied to a second grid terminal (G2). This reduces the forward resistance of the electronic switching device (300) in the conducting state.

(57) Zusammenfassung

Die elektronische Schalteinrichtung (300) besteht aus mindestens einem ersten und zweiten Halbleiterbauelement (100, 200), wobei ein erster Anodenanschluß (A1) und ein zweiter Kathodenanschluß (K2) kurzgeschlossen sind. Eine an einem ersten Gitteranschluß (G1) anlegbare Steuerspannung (U_{GK1}) steht zumindest teilweise auch an einem zweiten Gitteranschluß (G2) an. Dadurch reduziert sich der Durchlaßwiderstand der elektronischen Schalteinrichtung (300) im Durchlaßzustand.



LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidschan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland		Republik Mazedonien	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	ML	Mali	TT	Trinidad und Tobago
\mathbf{BJ}	Benin	IE	Irland	MN	Mongolei	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MR	Mauretanien	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MW	Malawi	US	Vereinigte Staaten von
CA	Kanada	IT	Italien	MX	Mexiko		Amerika
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CG	Kongo	KE	Kenia	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NO	Norwegen ·	YU	Jugoslawien
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik	NZ.	Neuseeland	$\mathbf{z}\mathbf{w}$	Zimbabwe
CM	Kamerun		Korea	PL	Polen		
CN	China	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CU	Kuba	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CZ	Tschechische Republik	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
DE	Deutschland	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DK	Dänemark	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
EE	Estland	LR	Liberia	\mathbf{SG}	Singapur		

1

PCT/DE99/02924

Beschreibung

WO 00/19536

Elektronische Schalteinrichtung mit mindestens zwei Halbleiterbauelementen

5

10

Die Erfindung betrifft eine elektronische Schalteinrichtung, die zumindest ein erstes Halbleiterbauelement mit einem ersten Kathodenanschluß, einem ersten Anodenanschluß und einem ersten Gitteranschluß und ein zweites Halbleiterbau- element mit einem zweiten Kathodenanschluß, einem zweiten Anodenanschluß und einem zweiten Gitteranschluß umfaßt, wobei der erste Anodenanschluß und der zweite Kathodenanschluß elektrisch kurzgeschlossen sind.

So eine elektronische Schalteinrichtung ist aus der WO 97/34322 A1 und aus der US 5,396,085 bekannt. Die jeweils offenbarte elektronische Schalteinrichtung umfaßt außerdem eine elektrisch leitende Verbindung zwischen dem ersten Kathodenanschluß und dem zweiten Gitteranschluß. Diese Zusammenschaltung zweier Halbleiterbauelemente wird auch als Kaskode-Schaltung bezeichnet. Die elektronische Schalteinrichtung dient zum Schalten eines hohen elektrischen Stroms und ist auch für eine hohe Sperrspannung ausgelegt. Das erste

Halbleiterbauelement besteht aus Silicium (Si) und sorgt aufgrund der hohen Ladungsträgerbeweglichkeit im Silicium für eine hohe Schaltgeschwindigkeit. Das zweite Halbleiterbauelement besteht aus einem Halbleitermaterial mit einer Durchbruchfeldstärke von mehr als $10^6~{\rm V/cm}$, insbesondere aus Siliciumcarbid (SiC), und sorgt für die hohe Sperrspannung.

30

35

25

Demgegenüber weist eine nur in Silicium realisierte elektronische Schalteinrichtung, beispielsweise ein spannungsgesteuerter Si-MOSFET (Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor), im Durchlaßzustand statische Verluste auf, die mit der vom Si-MOSFET zu bewältigenden Sperrspannung im Sperrzustand steigen. In Silicium wird die statische Verlustleistung eines für eine Sperrspannung von über 600 V ausge-

2

legten Leistungs-MOSFETs bei einem Durchlaßstrom von mehr als 5 A zu groß. Deshalb verwendet man bei Anwendungen mit einer Sperrspannung und einem Durchlaßstrom in der genannten Größenordnung trotz der hohen Schaltgeschwindigkeit keinen Si-MOSFET mehr.

5

10

15

20

25

30

35

Aus der WO 97/34322 Al geht hervor, daß das erste Halbleiterbauelement aus Si und auch die elektronische Schalteinrichtung insgesamt bei einer vorgegebenen Polarität der Betriebsspannung über eine an dem ersten Gitteranschluß anstehende Steuerspannung zwischen einem Durchlaß- und einem Sperrzustand umgeschaltet werden kann. Wenn sich die elektronische Schalteinrichtung in ihrem Sperrzustand befindet, schnürt eine Verarmungszone (Zone mit Verarmung an Ladungsträgern und damit hohem elektrischen Widerstand; Raumladungszone) wenigstens eines p-n-Übergangs mindestens ein Kanalgebiet des zweiten Halbleiterbauelements aus SiC ab. Der größte Teil der zwischen dem ersten Kathodenanschluß und dem zweiten Anodenanschluß anliegenden zu sperrenden Betriebsspannung fällt über dieser Verarmungszone ab. Aufgrund der hohen Durchbruchfeldstärke des verwendeten Siliciumcarbids kann der p-n-Übergang, insbesondere seine Verarmungszone, eine deutlich höhere Sperrspannung tragen als ein in Silicium gebildeter p-n-Übergang mit gleichen Ladungsträgerkonzentrationen und Abmessungen. Da der größte Teil der Sperrspannung innerhalb des zweiten Halbleiterbauelements abfällt, muß das erste Halbleiterbauelement somit nur für den verbleibenden Teil der Sperrspannung ausgelegt werden. Dies hat eine deutlich reduzierte Verlustleistung des ersten Halbleiterbauelements aus Silicium im Durchlaßbetrieb zur Folge.

Im Durchlaßzustand wird die Verarmungszone des p-n-Übergangs im zweiten Halbleiterbauelement mit Ladungsträgern überschwemmt und das Kanalgebiet geöffnet. Durch das Kanalgebiet kann nun ein elektrischer Strom fließen. Die gesamte Verlustleistung der elektronischen Schalteinrichtung umfaßt dann die Verluste im ersten und zweiten Halbleiterbauelement. Diese

3

Gesamtverluste sind nun deutlich kleiner als bei einem für die gleiche Sperrspannung ausgelegten reinen Silicium-Halbleiterbauelement.

5 Aus der WO 97/34322 Al ist außerdem eine Integration der beiden Halbleiterbauelemente zu einer hybriden Halbleiterstruktur bekannt. Die ganzflächig auf der Oberfläche des zweiten Halbleiterbauelements aus SiC aufgebrachte Metallisierung für den zweiten Kathodenanschluß dient dabei gleichzeitig als Metallisierung für den ersten Anodenanschluß des ersten Halbleiterbauelements aus Si.

Aus der US 5,396,085 ist eine ähnliche elektronische Schalteinrichtung mit einer Kaskode-Schaltung eines ersten Halbleiterbauelements aus Si und eines zweiten Halbleiterbauelements aus SiC bekannt. Ein Unterschied besteht jedoch in
der Verwendung eines Composite-Substrats, das sowohl einen
Bereich aus Silicium als auch einen Bereich aus Siliciumcarbid enthält. Die beiden Halbleiterbauelemente sind in jeweils
einem dieser Bereiche des Composite-Substrats realisiert.

Aus der JP 61-161015 A1 ist außerdem eine Kaskode-Schaltung eines selbstsperrenden MOSFETs aus Silicium und eines SITs (Stated Induction Transistor) aus einem Verbundhalbleiter, beispielsweise aus Galliumarsenid (GaAs) oder Indiumphosphid (InP), bekannt. Diese elektronische Einrichtung dient dabei in erster Linie zum extrem schnellen Schalten bei einer Hochfrequenz-Anwendung.

25

Allgemein wirkt bei der beschriebenen Kaskode-Schaltung der Durchlaßwiderstand des ersten Halbleiterbauelements gegenkoppelnd am zweiten Gitteranschluß des zweiten Halbleiterbauelements. Mit Erhöhung des Stroms durch die elektronische Schalteinrichtung steigt auch die negative Vorspannung des zweiten Gitteranschlusses gegenüber dem zweiten Kathodenanschluß. Die Verarmungszone des p-n-Übergangs, der sich zwischen den beiden Anschlüssen befindet, dehnt sich damit

4

weiter in das für den Stromfluß vorgesehene Kanalgebiet aus. Damit erhöht sich mit wachsendem Strom durch die elektronische Schalteinrichtung aber der Durchlaßwiderstand des zweiten Halbleiterbauelements.

5

10

15

20

25

30

35

Um diesen Effekt zumindest teilweise zu beheben, ist es bei der mit der DE 34 07 975 C2 offenbarten elektrischen Schalteinrichtung vorgesehen, einen p-n-Übergang des zweiten Halbleiterbauelements entsprechend vorzuspannen. Dieser p-n-Übergang befindet sich innerhalb des als Sperrschicht-Feldeffekttransistor (JFET) ausgebildeten zweiten Halbleiterbauelements zwischen dem zweiten Gitteranschluß und dem zweiten Kathodenanschluß. Die Vorspannung wird dabei so dimensioniert, daß sich der p-n-Übergang und damit auch der JFET insgesamt in einem bipolaren Leitungszustand befindet. Die Vorspannung ist also größer als die Diffusionsspannung dieses p-n-Übergangs. Für Silicium liegt die Diffusionsspannung in der Größenordnung von 0,6 bis 0,7 V. Durch den bipolaren Betrieb des p-n-Übergangs erfolgt die Ansteuerung des zweiten Halbleiterbauelements nun nicht mehr leistungslos. Es fließt ein Strom über den p-n-Übergang. Aufgrund dieses Stromflusses muß der zweite Gitteranschluß stabiler und insbesondere auch größer ausgelegt werden, wodurch Platz für den eigentlichen aktiven Bereich des zweiten Halbleiterbauelements verloren geht. Dadurch sinkt das Stromschaltvermögen der elektrischen Schalteinrichtung. Der Stromfluß an dem zweiten Gitteranschluß führt außerdem dazu, daß eine Kapazität des p-n-Übergangs zunächst auf- bzw. umgeladen werden muß, wenn ein Schaltvorgang eingeleitet wird. Damit sinkt auch die erzielbare Schaltgeschwindigkeit.

Es ist nun Aufgabe der Erfindung, eine elektronische Schalteinrichtung der eingangs bezeichneten Art anzugeben, die einen niedrigen Durchlaßwiderstand und gleichzeitig ein gutes Stromschaltvermögen sowie eine hohe Schaltgeschwindigkeit aufweist.

5

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 1. Bei der elektronischen Schalteinrichtung ist vorgesehen, daß eine am ersten Gitteranschluß anlegbare Steuerspannung teilweise auch am zweiten Gitteranschluß ansteht, wobei der am zweiten Gitteranschluß anliegende Teil der Steurspannung so bemessen ist, daß eine Gitter-Kathoden-Spannung des zweiten Halbleiterbauelements stets kleiner ist als eine Diffusionsspannung eines p-n-Übergangs, der sich innerhalb des zweiten Halbleiterbauelements zwischen dem zweiten Gitteranschluß und dem zweiten Kathodenanschluß befindet.

5

10

15

20

25

30

35

Die Erfindung beruht dabei auf der Erkenntnis, daß sich die vorteilhafte Wirkung des ersten und zweiten Halbleiterbauelements mit ihren jeweiligen spezifischen Vorteilen auch dann erzielen läßt, wenn der zweite Gitteranschluß nicht mit dem ersten Kathodenanschluß kurzgeschlossen ist. Ein Auftrennen dieser beim Stand der Technik vorgesehenen elektrischen Verbindung bietet außerdem den Vorteil, die gegenkoppelnde Wirkung des Durchlaßwiderstands des ersten Halbleiterbauelements auf das zweite Halbleiterbauelement mit der Folge einer Erhöhung des Durchlaßwiderstands des zweiten Halbleiterbauelements zu vermeiden. Durch diese Entkopplung ist der Durchlaßwiderstand des zweiten Halbleiterbauelements im Nennstrombereich im wesentlichen unabhängig von einem über die elektronische Schalteinrichtung fließenden elektrischen Strom. Die Teilkopplung der am ersten Gitteranschluß anstehenden Steuerspannung auf den zweiten Gitteranschluß bewirkt nämlich, daß eine durch eine Diffusionsspannung bewirkte Verarmungszone in einem Kanalgebiet des zweiten Halbleiterbauelements deutlich reduziert wird, wodurch sich dann der reduzierte Durchlaßwiderstand ergibt. Mit dem Durchlaßwiderstand des zweiten Halbleiterbauelements reduziert sich auch der gesamte Durchlaßwiderstand der elektronischen Schalteinrichtung.

6

Dadurch, daß der am Gitteranschluß anliegende Teil der Steuerspannung eine Gitter-Kathoden-Spannung im zweiten Halbleiterbauelement bewirkt, die stets kleiner ist als die Diffusionsspannung, wird auch der p-n-Übergang nicht in den bipolaren, d.h. nicht in den leitenden Zustand geschaltet. Es kommt zu keinem nennenswerten Stromfluß am zweiten Gitteranschluß. Damit ergibt sich ein sehr niedriger Durchlaßwiderstand bei gleichbleibend gutem Stromschaltvermögen und ebenfalls gleichbleibend hoher Schaltgeschwindigkeit. Die Ansteuerung erfolgt vorteilhafterweise nach wie vor leistungslos, so daß die Dimensionierung des zweiten Gitteranschlusses unverändert klein bleiben kann. Außerdem erfolgt auch keine nennenswerte bipolare Injektion in den p-n-Übergang.

5

10

Durch die Maßnahme, einen Teil der am ersten Gitteranschluß 15 anstehenden Steuerspannung auch an den zweiten Gitteranschluß anzulegen, wird das Sperrvermögen der elektronischen Schalteinrichtung in keiner Weise beeinträchtigt. Da für die Umschaltung in den Sperrzustand insbesondere eine Steuerspannung von 0 V am ersten Gitteranschluß notwendig ist, befindet 20 sich somit auch der zweite Gitteranschluß praktisch auf dem gleichen Potential wie der erste Kathodenanschluß. Damit liegen im Sperrzustand jedoch Verhältnisse vor, die denen vom Stand der Technik vergleichbar sind. Die für die Umschaltung in den Durchlaßzustand erforderliche positive Steuerspannung 25 bewirkt gleichzeitig aufgrund der Teilkopplung zum zweiten Gitteranschluß jedoch auch eine verbesserte Stromtragfähigkeit des Kanalgebiets für den Stromfluß im zweiten Halbleiterbauelement. Im Sperrzustand wird dieses Kanalgebiet wie beim Stand der Technik durch eine Verarmungszone abgeschnürt, 30 wobei die gesamte Verarmungszone einen großen Teil der an der elektronischen Schalteinrichtung anstehenden Sperrspannung trägt.

Besondere Ausgestaltungen der elektronischen Schalteinrichtung nach der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Unteransprüchen.

7

Besonders günstig ist eine Ausführungsform, bei der der am Gitteranschluß anliegende Teil der Steuerspannung zu einer Gitter-Kathoden-Spannung mit einem Wert von höchstens zwei Dritteln der Diffusionsspannung des p-n-Übergangs, der sich im zweiten Halbleiterbauelement zwischen dem zweiten Gitteranschluß und dem zweiten Kathodenanschluß befindet, führt. Dieser zusätzliche Sicherheitsabstand zur Diffusionsspannung reduziert den ohnehin schon niedrigen Stromfluß über den p-n-Übergang weiter.

Vorteilhaft läßt sich die elektrische Teilkopplung der Potentiale an den beiden Gitteranschlüsse über einen zwischen die beiden Gitteranschlüsse geschalteten, ersten elektrischen Kopplungswiderstand realisieren. Über die Dimensionierung dieses ersten Kopplungswiderstands kann der Anteil der am ersten Gitteranschluß anstehenden Steuerspannung, der am zweiten Gitteranschluß abfallen soll, gut eingestellt werden. Noch exakter kann diese Einstellung erfolgen, wenn wie in einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform der an dem zweiten Gitteranschluß abfallende Anteil der Steuerspannung über einen Spannungsteiler, der zwischen den ersten Gitteranschluß und den ersten Kathodenanschluß geschaltet ist, abgegriffen wird. Dieser Spannungsteiler umfaßt ein en ersten und einen zweiten Kopplungswiderstand.

Zur Verbesserung des dynamischen Verhaltens ist in einer vorteilhaften Ausgestaltung vorgesehen, eine erste Diode parallel zu dem ersten Kopplungswiderstand und eine zweite Diode parallel zu dem zweiten Kopplungswiderstand zu schalten. Dadurch wird beim Umschalten zwischen dem Sperr- und dem Durchlaßzustand der Auf- oder Entladevorgang einer Kapazität zwischen dem zweiten Gitteranschluß und dem zweiten Kathodenanschluß beschleunigt.

35

5

10

15

2.0

25

30

In einer bevorzugten Ausführungsform ist der erste Kopplungswiderstand oder der Spannungsteiler rein ohmsch ausgebildet.

WO 00/19536

5

8

Es ist jedoch auch eine andere Widerstandsart, beispielsweise eine kapazitive oder eine beliebig komplexe, möglich.

PCT/DE99/02924

Vorteilhaft ist in einer Ausführungsform das erste Halbleiterbauelement mit dem Halbleitermaterial Silicium realisiert. Silicium ermöglicht aufgrund seiner hohen Ladungsträgerbeweglichkeit eine sehr hohe Schaltgeschwindigkeit.

Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung sieht vor, das erste
Halbleiterbauelement als selbstsperrenden MOSFET auszubilden.
In diesem Fall läßt sich das erste Halbleiterbauelement über
eine an den ersten Gitteranschluß anstehende Spannung in den
Durchlaßzustand schalten. Der erste Gitteranschluß entspricht
in dieser Ausführungsform der Gate-Elektrode des MOSFETs.

15 Bevorzugt ist ein selbstsperrender MOSFET mit einem n-leitenden Kanal. Damit läßt sich der MOSFET über eine positive Steuerspannung von dem Sperr- in den Durchlaßzustand schalten.

Vorteilhaft ist in einer anderen Ausführungsform das zweite Halbleiterbauelement mit einem Halbleitermaterial mit einer Durchbruchfeldstärke von wengistens 10° V/cm realisiert. Dadurch resultiert das von dem zweiten Halbleiterbauelement im Sperrzustand geforderte hohe Sperrvermögen. Geeignete

25 Halbleitermaterialien sind Diamant, Aluminiumnitrid (AlN), Galliumnitrid (GaN), Indiumnitrid (InN) und insbesondere Siliciumcarbid (SiC). Bei letzterem sind insbesondere die Polytypen 3C-, 4H-, 6H- und 15R-SiC geeignet.

30 Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltungsform beinhaltet ein zweites Halbleiterbauelement, das als selbstleitender Feld-effekttransistor ausgebildet ist. Dadurch läßt sich der über die elektronische Schalteinrichtung fließende Strom sehr einfach und schnell nur durch eine Schalthandlung am ersten

35 Halbleiterbauelement steuern.

9

Der selbstleitende Feldeffekttransistor ist vorzugsweise als Sperrschicht-Feldeffekttransistor (<u>Junction Field Effect Transistor = JFET</u>) ausgebildet. Bei dieser Transistorart wird der Stromfluß durch eine von außen beeinflußbare Sperrschicht, insbesondere eine Verarmungszone beispielsweise eines p-n-Übergangs, gesteuert. Die räumliche Ausdehnung dieser Verarmungszone ist dann für die Größe des fließenden Stromes maßgeblich. Abhängig von der an dem zweiten Gitteranschluß anstehenden Spannung gibt die Verarmungszone dann ein mehr oder weniger breites Kanalgebiet für den Stromfluß frei oder sie schnürt dieses ab.

Die folgenden Ausgestaltungen sind bevorzugte Ausführungsformen des Sperrschicht-Feldeffekttransistors (JFET).

15

10

In einer ersten Ausgestaltung besteht der JFET aus einem nleitenden ersten Halbleitergebiet. An einer Oberfläche dieses ersten Halbleitergebiets befindet sich innerhalb des ersten Halbleitergebiets ein ebenfalls n-leitendes Kontaktgebiet. Dieses Kontaktgebiet kann gleich wie oder auch höher als das 20 übrige erste Halbleitergebiet dotiert sein. Es ist über den zweiten Kathodenanschluß elektrisch, insbesondere ohmsch, kontaktiert. Ein außerhalb des Kontaktgebiets liegender Bereich der Oberfläche des ersten Halbleitergebiets ist über den zweiten Gitteranschluß elektrisch kontaktiert. Dieser 25 Kontakt kann sowohl ohmsch als auch als Schottky-Kontakt ausgebildet sein. Es ist möglich, daß mehrere Kontaktgebiete und auch mehrere außerhalb dieser Kontaktgebiete liegende Bereiche vorgesehen sind, die dann jeweils durch den zweiten Kathodenanschluß bzw. den zweiten Gitteranschluß kontaktiert 30 sind. An einer der Oberfläche abgewandten Seite ist das erste Halbleitergebiet über den zweiten Anodenanschluß elektrisch, insbesondere ohmsch, kontaktiert. Da der Strom zwischen dem zweiten Kathodenanschluß und dem zweiten Anodenanschluß vertikal, d.h. senkrecht zur Oberfläche, durch das zweite 35 Halbleiterbauelement fließt, wird es auch als vertikaler JFET bezeichnet.

WO 00/19536

5

10

15

20

25

30

35

10

PCT/DE99/02924

In einer zweiten Ausgestaltung befindet sich innerhalb des ersten Halbleitergebiets an der Oberfläche ein p-leitendes zweites Halbleitergebiet. Dieses ist so hoch dotiert, daß der zweite Gitteranschluß einen ohmschen Kontakt bildet. Es ist auch möglich, daß mehrere zweite Halbleitergebiete in dem JFET enthalten sind. Zwischen dem n-leitenden ersten Halbleitergebiet und gegebenenfalls auch dem ebenfalls n-leitenden Kontaktgebiet einerseits und dem p-leitenden zweiten Halbleitergebiet andererseits wird ein p-n-Übergang mit einer Verarmungszone gebildet. Diese Verarmungszone bildet die über den zweiten Gitteranschluß steuerbare Sperrschicht des JFETs. Durch Anlegen einer entsprechenden Spannung an dem zweiten Gitteranschluß wird ein innerhalb des ersten Kanalgebiets verlaufender Kanal durch diese Verarmungszone abgeschnürt oder sogar komplett überdeckt.

Vorteilhaft ist insbesondere auch eine dritte Ausgestaltung, die ein p-leitendes, innerhalb des ersten Halbleitergebiets vergrabenes Inselgebiet umfaßt. Wahlweise können auch mehrere dieser vergrabenen Inselgebiete vorgesehen sein. Das vergrabene p-leitende Inselgebiet ist dabei insbesondere so angeordnet, daß in einer Projektion senkrecht zur Oberfläche die Projektion des Kontaktgebiets vollständig innerhalb der Projektion des vergrabenen Inselgebiets liegt. Dadurch ergibt sich innerhalb des ersten Halbleitergebiets ein laterales, d.h. parallel zur Oberfläche verlaufendes, n-leitendes Kanalgebiet. Es wird durch die Verarmungszonen des p-n-Übergangs zwischen dem ersten und zweiten Halbleitergebiet einerseits und einem weiteren p-n-Übergang zwischen dem ersten Halbleitergebiet und dem vergrabenen Inselgebiet andererseits begrenzt. Insbesondere im Sperrzustand bietet das vergrabene Inselgebiet Vorteile, da der unterhalb des vergrabenen Inselgebiets gelegene Teil des p-n-Übergangs zu dem ersten Halbleitergebiet einen großen Anteil der Sperrspannung aufnehmen kann.

WO 00/19536

In einer weiteren Ausgestaltung ist auch das vergrabene Inselgebiet elektrisch leitend mit dem zweiten Gitteranschluß verbunden. Die Verarmungszonen der p-n-Übergänge zwischen den beiden genannten p-leitenden Zonen und dem n-leitenden ersten Halbleitergebiet lassen sich somit über den zweiten Gitteranschluß gemeinsam steuern.

11

PCT/DE99/02924

Eine andere vorteilhafte Ausführungsform der elektronischen Schalteinrichtung sieht eine Integration des ersten und zweiten Halbleiterbauelements zu einer hybriden Halbleiterstruktur vor. Als verbindendes Element zwischen den beiden Halbleiterbauelementen dient dabei insbesondere die Elektrodenschicht des ersten Anodenanschlusses und des zweiten Kathodenanschlusses. Da beide Anschlüsse kurzgeschlossen sind, können sie über eine einzige Elektrodenschicht, die sich in der hybriden Halbleiterstruktur zwischen dem ersten und zweiten Halbleiterbauelement über die gesamte Grundfläche der hybriden Halbleiterstruktur erstreckt, realisiert werden. Dadurch können auf einfache Weise mechanische Spannungen an der Schnittstelle zwischen den beiden Halbleiterbauelementen vermieden werden, die insbesondere dann auftreten, wenn beide Halbleiterbauelemente aus unterschiedlichen Halbleitermaterialien bestehen und diese unterschiedlichen Halbleitermaterialien an der Schnittstelle miteinander in Kontakt treten.

25

5

10

15

20

Bevorzugte Ausführungsbeispiele werden nunmehr anhand der Zeichnung näher erläutert. Zur Verdeutlichung ist die Zeichnung nicht maßstäblich ausgeführt und gewisse Merkmale sind schematisiert dargestellt. Im einzelnen zeigen

- Figur 1 eine erste elektronische Schalteinrichtung mit erstem und zweitem Halbleiterbauelement,
- Figur 2 eine zweite elektronische Schalteinrichtung mit erstem und zweitem Halbleiterbauelement,
- 35 Figur 3 eine dritte elektronische Schalteinrichtung mit erstem und zweitem Halbleiterbauelement,

12

Figur 4 eine hybride Halbleiterstruktur aus erstem und zweitem Halbleiterbauelement,

- Figur 5 ein Ausführungsbeispiel für das zweite Halbleiterbauelement,
- 5 Figur 6 das Ausführungsbeispiel des zweiten Halbleiterbauelements gemäß Figur 5 bei positiver Gitter-Kathoden-Spannung und
 - Figur 7 das Ausgangskennlinienfeld des zweiten Halbleiterbauelements gemäß Figur 5.

10

Einander entsprechende Teile sind in den Figuren 1 bis 7 mit denselben Bezugszeichen versehen.

In Figur 1 ist ein erstes Ausführungsbeispiel für eine elek-15 tronische Schalteinrichtung 300 dargestellt. Sie besteht aus einem ersten Halbleiterbauelement 100 und einem zweiten Halbleiterbauelement 200. Das erste Halbleiterbauelement 100 ist als selbstsperrender Si-MOSFET und das zweite Halbleiterbauelement 200 als SiC-JFET ausgebildet. Das erste Halbleiter-20 bauelement 100 besitzt einen ersten Anodenanschluß Al, einen ersten Kathodenanschluß K1 und einen ersten Gitteranschluß G1, das zweite Halbleiterbauelement 200 einen zweiten Anodenanschluß A2, einen zweiten Kathodenanschluß K2 und einen zweiten Gitteranschluß G2. Der erste Anodenanschluß A1 und 25 der zweite Kathodenanschluß K2 sind elektrisch kurzgeschlossen.

Die elektronische Schalteinrichtung 300 dient einem verlustarmen und schnellen elektronischen Schalten einer zwischen
30 dem zweiten Anodenanschluß A2 und dem ersten Kathodenanschluß
K1 anstehenden elektrischen Betriebsspannung U_{A2K1} oder eines
über die elektronische Schalteinrichtung 300 fließenden
Stroms I. Liegt, wie in Figur 1 dargestellt, eine positive
Betriebsspannung U_{A2K1} an, d.h. der zweite Anodenanschluß A2
35 hat gegenüber dem ersten Kathodenanschluß positives Potential, so läßt sich die elektronische Schalteinrichtung 300

WO 00/19536

5

10

15

20

13

PCT/DE99/02924

zwischen einem Sperrzustand und einem Durchlaßzustand umschalten.

Diese Umschaltung erfolgt über eine zwischen dem ersten Gitteranschluß G1 und dem ersten Kathodenanschluß anlegbare Steuerspannung U_{GK1} . Da das erste Halbleiterbauelement 100 ein selbstsperrender Si-MOSFET mit n-leitendem Kanal ist, bewirkt eine positive Steuerspannung U_{GK1} ein Öffnen und eine Steuerspannung U_{GK1} von 0 V ein Schließen des ersten Halbleiterbauelements 100.

Ein Teil der Steuerspannung U_{GK1} wird über einen ersten Kopplungswiderstand 51 an den zweiten Gitteranschluß G2 geführt. Dadurch reduziert sich im Durchlaßzustand der Durchlaßwiderstand des zweiten Halbleiterbauelements 200 und damit auch der der gesamten elektronischen Schalteinrichtung 300. Der erste Kopplungswiderstand 51 ist dabei so zu dimensionieren, daß das Produkt aus einem über den zweiten Gitteranschluß G2 fließenden kapazitiven Ladestrom und dem ersten Kopplungswiderstand 51 stets kleiner gleich als eine sich zwischen dem zweiten Gitteranschluß G2 und dem zweiten Kathodenanschluß K2 im Innern des SiC-JFETs ausbildende Diffusionsspannung ist. Ein SiC-typischer Wert für die Diffusionsspannung ist 3 V.

Im Sperrzustand befindet sich der erste und damit auch der zweite Gitteranschluß G1 bzw. G2 auf dem gleichen Potential wie der erste Kathodenanschluß K1. Die komplette Betriebsspannung UAZK1 steht dann u.a. zwischen dem zweiten Anodenanschluß A2 und dem zweiten Gitteranschluß G2 an, wodurch das als SiC-JFET ausgebildete zweite Halbleiterbauelement 200 gesperrt wird und den größten Teil der Betriebsspannung UAZK1 aufnimmt.

Das erste Halbleiterbauelement 100 wird dann nur noch für den verbleibenden Teil der Betriebsspannung U_{A2K1} ausgelegt. Im allgemeinen ist hierbei eine Dimensionierung für eine maximale zwischen dem ersten Anodenanschluß A1 und dem ersten

14

5

10

15

20

25

30

35

Kathodenanschluß K1 anliegende Spannung (Durchbruchspannung, Sperrspannung) von unter 350 V, insbesondere unter 100 V und vorzugsweise unter 50 V, ausreichend. Der Si-MOSFET der Firma Siemens vom Typ BUZ 101 mit einer maximalen (Sperr) Spannung von 50 V, einem Durchlaßwiderstand von 60 m Ω und einer dem geforderten Strom im Durchlaßbetrieb entsprechenden Nennstromtragfähigkeit ist dann beispielsweise eine geeignete Wahl. Ein anderer geeigneter Si-MOSFET ist z.B. ein sogenannter HITFET mit zusätzlich integrierter Schutzfunktion gegen eine Übertemperatur oder eine Überspannung. Ein diesbezüglich geeigneter HITFET ist beispielsweise der ebenfalls von der Firma Siemens beziehbare BTS 149 mit einer maximalen (Sperr)Spannung von 60 V, einem Durchlaßwiderstand von 18 m Ω und einem Nennstrom von 19 A. Allgemein ist bei einer Durchbruchspannung von unter 350 V der Kanalwiderstand des Si-MOSFETs größer als der Driftwiderstand. Dadurch ergibt sich insgesamt ein niedriger Durchlaßverlust.

Die über den ersten Kopplungswiderstand 51 teilweise an den zweiten Gitteranschluß G2 herangeführte Steuerspannung U_{GK1} verhindert im Durchlaßzustand zumindest weitgehend, daß sich mit steigendem Strom I aufgrund der gegenkoppelnden Wirkung des Durchlaßwiderstands des ersten Halbleiterbauelements 100 eine negative Gitter-Kathoden-Spannung UGK2 zwischen dem zweiten Gitteranschluß G2 und dem zweiten Kathodenanschluß K2 ausbildet. Eine negative Gitter-Kathoden-Spannung U_{GK2} bewirkt nämlich eine Verengung eines für den Stromfluß vorgesehenen Kanalgebiets und somit eine Erhöhung des Durchlaßwiderstands des zweiten Halbleiterbauelements 200. Durch die über den ersten Kopplungswiderstand 51 auf den zweiten Gitteranschluß G2 teilgekoppelte Steuerspannung U_{GK1} stellt sich zunächst eine positive Gitter-Kathoden-Spannung UGK2 am zweiten Halbleiterbauelement 200 ein, wodurch das Kanalgebiet geweitet und der Durchlaßwiderstand somit reduziert wird.

Eine zwischen dem zweiten Anodenanschluß A2 und dem zweiten Kathodenanschluß K2 abfallende Spannung wird mit Anoden-

Kathoden-Spannung U_{AK2} des zweiten Halbleiterbauelements 200 bezeichnet.

In Figur 2 ist ein anderes Ausführungsbeispiel für die elektronische Schalteinrichtung 300 dargestellt. Der Unterschied zur elektronischen Schalteinrichtung 300 von Figur 1 besteht in der Kopplung der Steuerspannung U_{GK1} auf den zweiten Gitteranschluß G2. Diese erfolgt im Ausführungsbeispiel von Figur 2 Teil über einen Spannungsteiler 50 zwischen dem ersten Gitteranschluß G1 und dem ersten Kathodenanschluß K1. Der Spannungsteiler 50 beinhaltet neben dem ersten Kopplungswiderstand 51 außerdem einen zweiten Kopplungswiderstand 52. Durch die Wahl eines geeigneten Teilungsverhältnisses für den Spannungsteiler 50 läßt sich der Anteil der Steuerspannung U_{GK1} , der auf den zweiten Gitteranschluß G2 gekoppelt wird, sehr exakt einstellen.

Um die Ansteuerleistung möglichst gering zu halten, ist der Spannungsteiler hochohmig, hier heißt das im k Ω -Bereich, ausgeführt. Ein typischer Wert für den ersten Kopplungswiderstand 51 liegt bei 10 k Ω und für den zweiten Kopplungswiderstand 52 bei 1 k Ω . Damit wird bei einer typischen Steuerspannung U_{GK1} von 15 V ein Anteil von typischerweise 2 V auf den zweiten Gitteranschluß G2 gekoppelt. Allgemein kann die Steuerspannung U_{GK1} Werte zwischen 5 V und 30 V und der auf den zweiten Gitteranschluß G2 gekoppelte Anteil Werte kleiner gleich 3 V annehmen.

Beim Umschalten zwischen Sperr- und Durchlaßzustand wird nun eine Kapazität, die sich zwischen dem zweiten Gitteranschluß G2 und dem zweiten Kathodenanschluß K2 befindet, über den Spannungsteiler 50 oder zumindest über einen seiner beiden Kopplungswiderstände 51 oder 52 entladen oder aufgeladen. Da die beiden Kopplungswiderstände 51 und 52 des Spannungsteilers 50 aufgrund der erwünschten niedrigen Ansteuerleistung jedoch hochohmig dimensioniert sind, ergibt sich eine relativ

16

große RC-Konstante und damit ein relativ langsamer Umschaltvorgang.

Um das dynamische Schaltverhalten zu verbessern, enthält die 5 in Figur 3 gezeigte elektronische Schalteinrichtung 300 deshalb zusätzlich eine erste und eine zweite Diode D1 und D2, die parallel zum ersten bzw. zweiten Kopplungswiderstand 51 bzw. 52 geschaltet sind. Der Ladevorgang beim Umschalten vom Durchlaß- in den Sperrzustand erfolgt nun anstelle über 10 den ersten Kopplungswiderstand 51 über die erste Diode D1, der Entladevorgang beim Umschalten vom Sperr- in den Durchlaßzustand anstelle über den zweiten Kopplungswiderstand 52 über die zweite Diode D2. Damit wird in beiden Fällen eine erheblich schnellere Schaltgeschwindigkeit erreicht. Im 15 Durchlaß- oder Sperrzustand selbst ändert sich das vorstehend im Zusammenhang mit den Figuren 1 und 2 beschriebene Verhalten der elektronischen Schalteinrichtung 300 durch das Einfügen der beiden Dioden D1 und D2 nicht.

- 20 Die zweite Diode D2 ist als Zener-Diode mit einer Durchbruchspannung von kleiner gleich 3 V ausgeführt. Damit schützt sie zusätzlich vor der Kopplung eines zu hohen Anteils der Steuerspannung UGK1 auf den zweiten Gitteranschluß G2.
- 25 In einer nicht dargestellten Ausführungsform ist zusätzlich ein dem zweiten Gitteranschluß G2 vorgeschalteter weiterer Widerstand zur Feineinstellung der Schaltgeschwindigkeit oder am ersten Gitteranschluß G1 ein Widerstand zur Strombegrenzung im Fall einer negativen Steuerspannung U_{GK1} vorgesehen. 30
- Es können auch beide Widerstände gleichzeitig vorhanden sein.

Die elektronischen Schalteinrichtungen 300 der Figuren 1 bis 3 sind jeweils für eine im Sperrzustand anstehende Betriebsspannung U_{A2K1} von maximal bis zu 5000 V, sowie für einen im Durchlaßzustand fließenden Strom I von höchstens 1000 A, insbesondere von höchstens 500 A, ausgelegt. Ein Hauptanwendungsgebiet liegt bei einer im Sperrzustand maximal anste-

17

henden Betriebsspannung U_{A2K1} im Bereich zwischen 1200 V und 1700 V und bei einem im Durchlaßzustand als Nennstrom fließenden Strom I im Bereich zwischen 10 A und 50 A.

In dem Ausführungsbeispiel von Figur 4 sind das erste Halbleiterbauelement 100 und das zweite Halbleiterbauelement 200 zu einer hybriden Halbleiterstruktur integriert.

Das erste Halbleiterbauelement 100 ist ein an sich bekannter und deshalb nur schematisch dargestellter vertikaler Si-10 MOSFET in sogenannter DDMOS-Technik ("DD" steht hier für doppelt diffundiert). In einem n-leitenden Silicium-Wafer 40 sind p-leitende Basisgebiete 41 und in diese Basisgebiet 41 wiederum n-leitende Gebiete 42 eindiffundiert. Eine Gate-15 Elektrode 44 ist durch ein Isolatorgebiet 43 elektrisch von dem Basisgebiet 41 isoliert. Über die Gate-Elektrode 44 wird ein n-Kanal 46, der im Basisgebiet 41 eine n-leitende Verbindungszone zwischen dem Sourcegebiet 42 und dem Siliciumwafer 40 herstellt, gesteuert. Ohne ein entsprechendes Steuerpotential an der Gate-Elektrode 44 ist der n-Kanal 46 20 nicht vorhanden. Der Si-MOSFET ist selbstsperrend. Außerdem schließt eine Source-Elektrode 45 die Sourcegebiete 42 und die Basisgebiete 41 elektrisch kurz. In der Bezeichnungsweise der vorangehenden Figuren stellt die Gate-Elektrode 44 den ersten Gitteranschluß G1 und die Source-Elektrode 45 den 25 ersten Kathodenanschluß K1 dar.

Das zweite Halbleiterbauelement 200 ist als SiC-JFET ausgebildet. Es besteht aus einem n-leitenden ersten Halbleitergebiet 2 aus Siliciumcarbid mit einer Oberfläche 20. An der Oberfläche 20 befinden sich innerhalb des ersten Halbleitergebietes 2 mehrere ebenfalls n-leitende Kontaktgebiete 5 und mehrere p-leitende zweite Halbleitergebiete 4. Die zweiten Halbleitergebiete 4 sind jeweils in einem außerhalb der Kontaktgebiete 5 liegenden Bereich des ersten Halbleitergebiets 2 angeordnet, so daß sich die Kontaktgebiete 5 und die zweiten Halbleitergebiete 4 nicht überlappen.

30

18

Die Kontaktgebiete 5 sind über eine Elektrodenschicht, die den zweiten Kathodenanschluß K2 bildet, ohmsch kontaktiert. Die zweiten Halbleitergebiete 4 sind über Elektroden, die miteinander verbunden sind und gemeinsam den zweiten Gitteranschluß G2 darstellen, ohmsch kontaktiert. Die Elektrodenschicht des zweiten Kathodenanschlusses K2 und die Elektroden des zweiten Gitteranschlusses G2 sind über eine Isolationsschicht 11 elektrisch voneinander isoliert.

10

Die Kontaktgebiete 5 können dabei entweder gleich wie oder auch höher als das erste Halbleitergebiet 2 dotiert sein. Bei einer höheren Dotierung ergibt sich eine bessere ohmsche Kontaktierung des zweiten Kathodenanschlusses K2.

15

20

Die Isolationsschicht 11 besteht aus einem Oxid, vorzugsweise aus dem Dielektrikum Siliciumdioxid (SiO₂), das insbesondere thermisch gewachsen wird. Thermisches Oxid weist hervorragende Isolationseigenschaften auf und kann auf SiC durch Trocken- oder Naßoxidation bei Temperaturen über 1000°C erzeugt werden.

Zwischen den p-leitenden zweiten Halbleitergebieten 4 und dem n-leitenden ersten Halbleitergebiet 2 befindet sich jeweils ein p-n-Übergang mit einer Verarmungszone 24. Da die zweiten 25 Halbleitergebiete 4 höher dotiert sind als das erste Halbleitergebiet 2, erstrecken sich die Verarmungszonen 24 weiter in das erste Halbleitergebiet 2 als in die zweiten Halbleitergebiete 4. Zwischen den zweiten Halbleitergebieten 4 30 befinden sich vertikale Kanalgebiete 21, in denen der Strom I im Durchlaßzustand fließt. Die vertikalen Kanalgebiete 21 erstrecken sich sowohl in die ersten Kontaktgebiete 5 als auch in die daran angrenzenden Bereiche des ersten Halbleitergebietes 2. Über die Kontaktgebiete 5 sind die vertikalen Kanalgebiete 21 mit dem zweiten Kathodenanschluß K2 35 elektrisch verbunden. Im Durchlaßzustand fließt der Strom I durch die vertikalen Kanalgebiete 21 und im Anschluß daran

19

durch das erste Halbleitergebiet 2 zu dem auf der der Oberfläche 20 abgewandten Seite des ersten Halbleitergebiets 2 angeordneten zweiten Anodenanschluß A2. Dieser ist ebenfalls als Elektrodenschicht ausgebildet.

5

10

15

20

25

30

In dem in Figur 4 dargestellten Sperrzustand dehnen sich die Verarmungszonen 24 der p-n-Übergänge zwischen dem ersten Halbleitergebiet 2 und den zweiten Halbleitergebieten 4 soweit aus, daß sie die vertikalen Kanalgebiete 21 abschnüren und, wie in Figur 4 durch die gestrichelte Linie angedeutet, vollständig überdecken. Ein Stromfluß findet im Sperrzustand somit praktisch nicht mehr statt. Die einzelnen Verarmungszonen 24 verbinden sich zu einer einzigen großen Verarmungszone 24, innerhalb derer die beweglichen Ladungsträger praktisch vollständig ausgeräumt sind. Diese große Verarmungszone trägt dann einen großen Teil der (Sperr-)Spannung. Der verbleibende Teil der (Sperr-)Spannung wird im wesentlichen in einer Driftzone des ersten Halbleitergebietes 2 aufgenommen. Die Sperrfähigkeit der einen großen Verarmungszone 24 wird dabei sowohl durch die geometrischen Abmessungen als auch durch die Dotierungen des ersten Halbleitergebietes 2, der zweiten Halbleitergebiete 4 und der Kontaktgebiete 5 bestimmt. Bei vorgegebener Abmessung wird die Dotierung des ersten Halbleitergebiets 2 zumindest innerhalb der vertikalen Kanalgebiete 21 um so niedriger gewählt, je höher die gewünschte (Sperr-) Spannung ist. Typische Werte für die n-Dotierung des dargestellten ersten Halbleitergebiets 2 bei Verwendung von Siliciumcarbid des 4H-Polytyps sind $n = 1.10^{16} \text{ cm}^{-3} \text{ für eine an den Verarmungszonen 24 der p-n-}$ Übergänge anstehende maximale (Sperr-)Spannung $U_{max} = 600 \text{ V}$, $n = 8 \cdot 10^{15} \ \text{cm}^{-3} \ \text{für} \ U_{\text{max}} = 1200 \ \text{V} \ \text{und} \ n = 5 \cdot 10^{15} \ \text{cm}^{-3} \ \text{für} \ U_{\text{max}} =$ 1800 V.

In der hybriden Halbleiterstruktur von Figur 4 ist die Elektrodenschicht des zweiten Kathodenanschlusses K2 zugleich
auch dem ersten Anodenanschluß A1 des ersten Halbleiterbauelements 100 zugeordnet. Auf diese Elektrodenschicht ist eine

20

Verbindungsschicht 13 und darüber der Silicium-Wafer 40 mit der eigentlichen Struktur des Si-MOSFETs angeordnet. Die Verbindungsschicht 13 ist nicht zwingend notwendig, sondern nur optional. Sie dient dem Abbau etwaiger mechanischer Spannungen und besteht deshalb vorzugsweise aus einem duk-5 tilen Metall, wie z.B. aus Gold (Au), Silber (Ag), Kupfer (Cu) oder Aluminium (Al). Zum Verbinden (Bonden) kann insbesondere eine Löttechnik (Chip-on-chip-Lötung), eine Bonddrahtverbindungstechnik oder auch direktes Waferbonding eingesetzt werden. Als Vorteil erweist sich bei dieser Anord-10 nung, daß die Zonen aus Silicium- und Siliciumcarbid-Halbleitermaterial an keiner Stelle in unmittelbarem Kontakt miteinander treten. Dies würde andernfalls zu unerwünschten mechanischen Spannungen innerhalb der hybriden Halbleiter-15 struktur führen.

Die Elektrodenschichten und auch die Einzelelektroden der hybriden Halbleiterstruktur, die den jeweiligen Anoden-Kathoden- und Gitteranschlüssen A1, A2, K1, K2, G1 bzw. G2 zugeordnet sind, bestehen aus Polysilicium oder einem Metall, vorzugsweise aus Nickel (Ni), Tantal (Ta), Titan (Ti), Wolfram (W) oder Aluminium (Al) oder aus einer Metallverbindung mit einem der genannten Metalle als Bestandteil.

20

35

Das in Figur 4 dargestellte Ausführungsbeispiel des SiC-JFETs als zweites Halbleiterbauelement 200 enthält mehrere identische Halbleiterzellen, die nebeneinander angeordnet sind. Das beschriebene Prinzip ist jedoch genau so gut für einen Aufbau mit nur einer einzigen der beschriebenen Halbleiterzellen möglich.

In Figur 5 ist eine Abwandlung der Halbleiterzellen des SiC-JFETs von Figur 4 dargestellt. Als wesentlicher Unterschied enthält das in Figur 5 dargestellte, als SiC-JFET ausgebildete zweite Halbleiterbauelement 200 ein innerhalb des ersten Halbleitergebiets 2 vergrabenes p-leitendes Inselgebiet 3.

WO 00/19536

5

21

PCT/DE99/02924

Das erste Halbleitergebiet 2 besteht aus einem n-leitenden Substrat 27 aus SiC und einer darauf angeordneten, epitaktisch aufgewachsenen ebenfalls n-leitenden Halbleiterschicht 26 aus SiC. Im allgemeinen weist sie eine niedrigere Ladungsträgerkonzentration als das Substrat 27 auf.

Das vergrabene Inselgebiet 3 ist so angeordnet, daß in einer Projektion senkrecht zur Oberfläche 20 die Projektion des Kontaktgebiets 5 vollständig in der Projektion des vergrabe-10 nen Inselgebiets 3 liegt. Außerdem überlappen sich die Projektionen des vergrabenen Inselgebiets 3 und des zweiten Halbleitergebiets 4 an ihren Rändern. Innerhalb des Bereichs dieser Überlappung befindet sich in dem ersten Halbleitergebiet 2 ein laterales Kanalgebiet 22, das parallel zu der 15 Oberfläche 20 verläuft. Dieses laterale Kanalgebiet 22 wird an seinen seitlichen Rändern durch die Raumladungszone 24 des p-n-Übergangs zwischen dem ersten Halbleitergebiet 2 und dem zweiten Halbleitergebiet 4 und durch eine Raumladungszone 23 eines weiteren p-n-Übergangs zwischen dem ersten Halbleiter-20 gebiet 2 und dem vergrabenen Inselgebiet 3 begrenzt.

Das vergrabene Inselgebiet 3 und das zweite Halbleitergebiet 4 sind elektrisch leitend miteinander verbunden und über den zweiten Gitteranschluß G2 elektrisch kontaktiert. Im

25 Durchlaßzustand der elektronischen Schalteinrichtung 300 fließt der Strom I durch das laterale Kanalgebiet 22. Je größer die geometrischen Abmessungen des lateralen Kanalgebiets 22 sind, desto niedriger ist auch der Durchlaßwiderstand des zweiten Halbleiterbauelements 200. Über die räumliche Ausdehnung der Verarmungszonen 23 und 24 läßt sich somit der Widerstand innerhalb des lateralen Kanalgebiets 22 einstellen.

Falls, wie beim Stand der Technik, eine elektrische Verbindung des zweiten Gitteranschlusses G2 mit dem ersten Kathodenanschluß K1 vorgesehen ist, ergibt sich bei steigendem
elektrischen Strom I eine zunehmend negative Gitter-Kathoden-

22

Spannung U_{GK2} , wodurch sich die Verarmungszonen 23 und 24 weiter ausdehnen und somit den Widerstand im lateralen Kanalgebiet 22 erhöhen. Legt man dagegen erfindungsgemäß eine positive Gitter-Kathoden-Spannung U_{GK2} am zweiten Halbleiterbauelement 200 an, so resultiert daraus, wie in Figur 6 dargestellt, ein Zurückweichen der Raumladungszonen 23 und 24. Eine Reduzierung des Widerstands im lateralen Kanalgebiet 22 geht damit einher. Um diesen Sachverhalt zu verdeutlichen, sind in Figur 6 nur die diesbezüglich relevanten Zeichnungsteile von Figur 5 nochmals dargestellt. Durch die Kopplung eines Teils der Steuerspannung U_{GK1} auf den zweiten Gitteranschluß G2 erreicht man gerade eine positive Gitter-Kathoden-Spannung U_{GK2} mit der genannten vorteilhaften Wirkung.

10

35

Der erste Kopplungswiderstand 51 oder der Spannungsteiler 50 15 ist dabei so dimensioniert, daß die Gitter-Kathoden-Spannung UGK2 die Diffusionsspannung an den p-n-Übergängen zwischen dem zweiten Halbleitergebiet 4 und dem vergrabenen Inselgebiet 3 einerseits und dem ersten Halbleitergebiet 2 andererseits nicht überschreitet. Insbesondere nimmt die Gitter-Kathoden-20 Spannung UGK2 höchstens einen Wert von 2/3 der Diffusionsspannung an. Die Diffusionsspannung ist abhängig von den Dotierungen der jeweiligen Halbleitergebiete und auch von dem verwendeten Halbleitermaterial. Für Siliciumcarbid liegt die Diffusionsspannung in der Größenordnung von etwa 3 V. Bei dem 25 "Universalhalbleiter" Silicium bewegt sich die Diffusionsspannung in der Größenordnung von 0,7 V. Mit diesen Werten für die Diffusionsspannung ergibt sich unmittelbar, daß eine entsprechende Reduzierung der Verarmungszonen 23 und 24 vorteilhaft vor allem bei Siliciumcarbid vorgesehen werden kann, 30 wohingegen sich eine entsprechende Maßnahme bei Silicium wegen der materialbedingt niedrigeren Diffusionsspannung gar nicht oder zumindest nur mit wesentlich geringerem Effekt anwenden läßt.

In Figur 7 ist ein Ausgangskennlinienfeld des in den Figuren 5 und 6 dargestellten SiC-JFETs dargestellt. In dem Diagramm

23

ist der elektrische Strom I über der Anoden-Kathoden-Spannung UAK2 des zweiten Halbleiterbauelements 200 im linearen Bereich aufgetragen. Die Gitter-Kathoden-Spannung UGK2 ist dabei der Parameterwert des Ausgangskennlinienfelds. Man kann dem Diagramm von Figur 7 entnehmen, daß bei einer positiven Gitter-Kathoden-Spannung UGK2 von 2 V eine deutlich steilere Kennlinie resultiert als bei den negativen Werten der Gitter-Kathoden-Spannung UGK2, die bei den Ausführungsformen des Standes der Technik auftreten. Da die Kennliniensteilheit gerade dem Durchlaßwiderstand des zweiten Halbleiterbauelements 200 entspricht, kann die erzielbare Verbesserung anhand der gemessenen Kennlinien von Figur 7 unmittelbar abgelesen werden.

15 Es versteht sich, daß alle genannten Halbleiter-Leitungstypen auch gegen den jeweils komplementären ausgetauscht werden können.

24

PCT/DE99/02924

Patentansprüche

5

15

20

35

WO 00/19536

- 1. Elektronische Schalteinrichtung umfassend mindestens
- a) ein erstes Halbleiterbauelement (100) mit einem ersten Kathodenanschluß (K1), einem ersten Anodenanschluß (A1) und einem ersten Gitteranschluß (G1) und
- b) ein zweites Halbleiterbauelement (200) mit einem zweiten Kathodenanschluß (K2), einem zweiten Anodenanschluß (A2) und einem zweiten Gitteranschluß (G2), wobei
- 10 c) der erste Anodenanschluß (A1) und der zweite Kathodenanschluß (K2) elektrisch kurzgeschlossen sind,
 - dadurch gekennzeichnet, daß
 - d) eine am ersten Gitteranschluß (G1) anlegbare Steuerspannung (U_{GK1}) teilweise auch am zweiten Gitteranschluß (G2) ansteht, wobei
 - e) der am zweiten Gitteranschluß (G2) anliegende Teil der Steurspannung (U_{GK1}) so bemessen ist, daß eine Gitter-Kathoden-Spannung (U_{GK2}) des zweiten Halbleiterbauelements (200) stets kleiner ist als eine Diffusionsspannung eines p-n-Übergangs, der sich innerhalb des zweiten Halbleiterbauelements (200) zwischen dem zweiten Gitteranschluß (G2) und dem zweiten Kathodenanschluß (K2) befindet.
- 2. Elektronische Schalteinrichtung nach Anspruch 1, da25 durch gekennzeich net, daß der am
 zweiten Gitteranschluß (G2) anliegende Teil der Steurspannung
 (UGK1) so bemessen ist, daß die Gitter-Kathoden-Spannung (UGK2)
 des zweiten Halbleiterbauelements (200) höchstens einen Wert
 von zwei Dritteln der Diffusionsspannung des p-n-Übergangs
 30 annimmt.
 - 3. Elektronische Schalteinrichtung nach Anspruch 1 oder 2, da durch gekennzeich net, daß der erste Gitteranschluß (G1) mit dem zweiten Gitteranschluß (G2) über einen ersten Kopplungswiderstand (51) elektrisch verbunden ist.

WO 00/19536

15

20

25

30

35

4. Elektronische Schalteinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeich ich net, daß zwischen dem ersten Gitteranschluß (G1) und dem ersten Kathodenanschluß (K1) ein Spannungsteiler (50) mit einem ersten

25

PCT/DE99/02924

Kopplungswiderstand (51) und einem zweiten Kopplungswiderstand (52) vorgesehen ist, wobei die beiden Kopplungswiderstände (51, 52) und der zweite Gitteranschluß (G2) elektrisch leitend miteinander verbunden sind.

10 5. Elektronische Schalteinrichtung nach Anspruch 4, da-durch gekennzeichnet, daß eine erste Diode (D1) parallel zu dem ersten Kopplungswiderstand (51) und eine zweite Diode (D2) parallel zu dem zweiten Kopplungswiderstand (52) geschaltet sind.

6. Elektronische Schalteinrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der erste Kopplungswiderstand (51) oder der Spannungsteiler (50) rein ohmsch ist.

- 7. Elektronische Schalteinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dad urch gekennzeichn et, daß das erste Halbleiterbauelement (100) aus dem
 Halbleitermaterial Silicium besteht.
 - 8. Elektronische Schalteinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dad urch gekennzeichn et, daß das erste Halbleiterbauelement (100) als
 selbstsperrender MOS-Feldeffekttransistor, insbesondere mit
 n-leitendem Kanal, ausgebildet ist.
 - 9. Elektronische Schalteinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dad urch gekennzeich net, daß das zweite Halbleiterbauelement (200) aus dem Halbleitermaterial Siliciumcarbid besteht.

26

10. Elektronische Schalteinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dad urch gekennzeich-net, daß das zweite Halbleiterbauelement (200) als selbstleitender Feldeffekttransistor, insbesondere als Sperrschicht-Feldeffekttransistor, ausgebildet ist.

- 11. Elektronische Schalteinrichtung nach Anspruch 10, da durch gekennzeicht-Feldeffekttransistor (200) ein selbstleitende Sperrschicht-Feldeffekttransistor (200) ein n-leitendes erstes Halbleitergebiet (2) mit einer Oberfläche (20) umfaßt, wobei mindestens ein n-leitendes Kontaktgebiet (5), das sich an der Oberfläche (20) innerhalb des ersten Halbleitergebiets (2) befindet, über den zweiten Kathodenanschluß (K2), mindestens ein außerhalb des Kontaktgebiets (5) liegender Bereich der Oberfläche (20) über den zweiten Gitteranschluß (G2) und das erste Halbleitergebiet (2) an einer der Oberfläche (20) abgewandten Seite über den zweiten Anodenanschluß (A2) elektrisch kontaktiert sind.
- 12. Elektronische Schalteinrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeich chnet, daß der selbstleitende Sperrschicht-Feldeffekttransistor (200) mindestens
 ein p-leitendes zweites Halbleitergebiet (4) umfaßt, das
 innerhalb des ersten Halbleitergebiets (2) an der Oberfläche
 (20) angeordnet ist und das durch den zweiten Gitteranschluß
 (G2) ohmsch kontaktiert ist.
- 13. Elektronische Schalteinrichtung nach Anspruch 11 oder 12, da durch gekennzeicht-Feldeffekttransistor (200) mindestens ein innerhalb des ersten Halbleitergebiets (2) vergrabenes p-leitendes Inselgebiet (3) umfaßt, das unterhalb des mindestens einen Kontaktgebiets (5) so angeordnet ist, daß in einer Projektion senkrecht zur Oberfläche (20) die Projektion des Kontaktgebiets (5) vollständig innerhalb der Projektion des vergrabenen Inselgebiets (3) liegt.

27

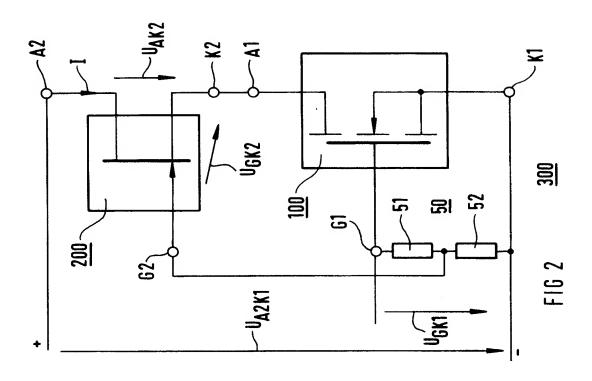
14. Elektronische Schalteinrichtung nach Anspruch 13, da-durch gekennzeich net, daß das mindestens eine vergrabene Inselgebiet (3) ebenfalls mit dem zweiten Gitteranschluß (G2) elektrisch leitend verbunden ist.

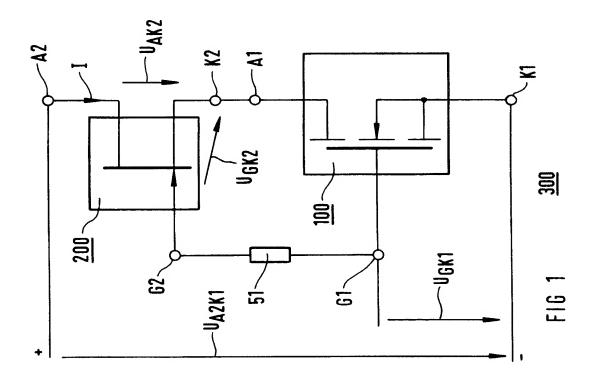
5

10

15

- 15. Elektronische Schalteinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche , gekennzeich auch eine Auslegung auf eine zwischen dem ersten Kathodenanschluß (K1) und dem ersten Gitteranschluß (G1) anlegbare Steuerspannung (U_{GK1}) von zwischen 5 V und 30 V.
- 16. Elektronische Schalteinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dad urch gekennzeich net, daß sich in einem Sperrzustand der erste und der zweite Gitteranschluß (G1, G2) praktisch auf dem gleichen Potential befinden wie der erste Kathodenanschluß (K1).
- 17. Elektronische Schalteinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dad urch gekennzeich hen eine henden Ansprüche, dad urch gekennzeich hen eine hen eich net, daß zwischen dem ersten Kathodenanschluß (K1) und dem zweiten Anodenanschluß (A2) eine Sperrspannung von bis zu 5000 V anlegbar ist.
- 18. Elektronische Schalteinrichtung nach einem der vorherge25 henden Ansprüche, gekennzeich chnet durch eine
 Auslegung auf einen zwischen dem ersten Kathodenanschluß (K1)
 und dem zweiten Anodenanschluß (A2) fließenden Nennstrom von
 bis zu 1000 A, insbesondere von bis zu 500 A.
- 19. Elektronische Schalteinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dad urch gekennzeich net, daß das erste Halbleiterbauelement (100) und das zweite Halbleiterbauelement (200) zu einer hybriden Halbleiterstruktur integriert sind.





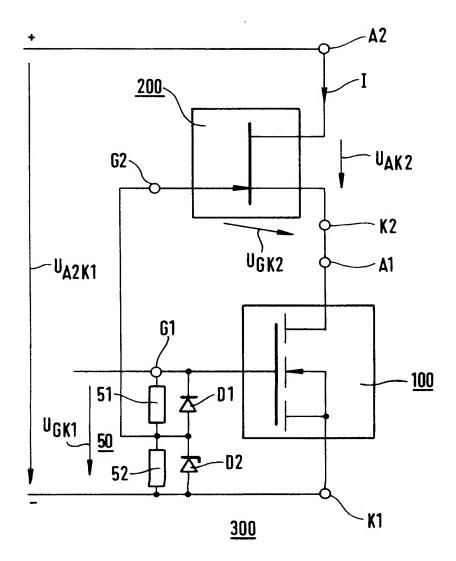
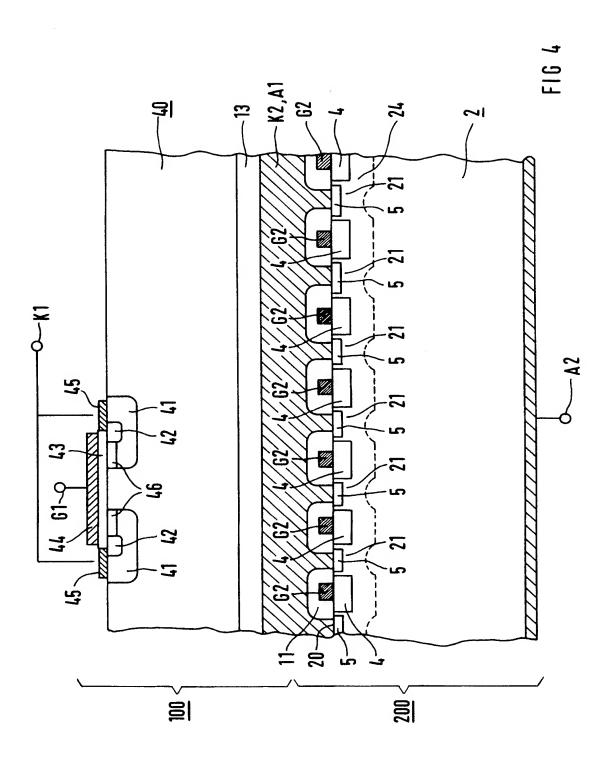
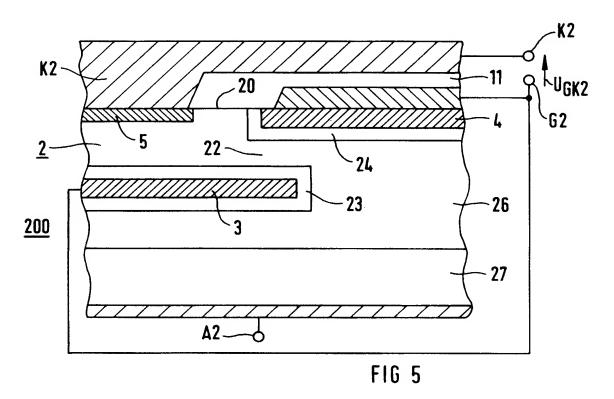
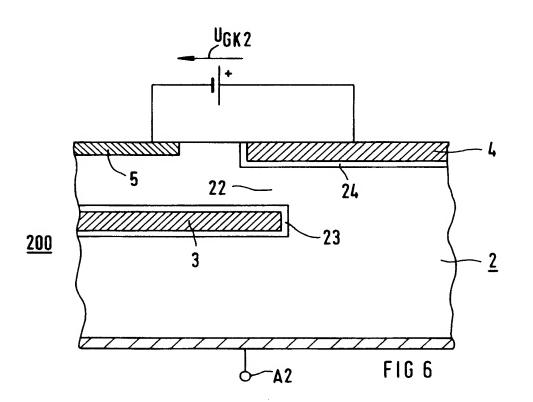


FIG 3







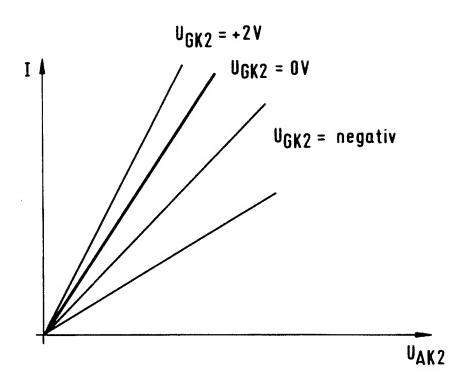


FIG 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inter nal Application No PCT/DE 99/02924

			PCT/DE 99/0	2924
A CLASSI IPC 7	FICATION OF SUBJECT MATTER H01L27/085			
A				
	o International Patent Classification (IPC) or to both national classi SEARCHED	fication and IPC		
Minimum do	ocumentation searched (classification system followed by classific	ation symbols)		
IPC 7	H01L H03K	,		
Documental	tion searched other than minimum documentation to the extent the	it such documents are incl	uded in the fields sear	ched
Electronic d	ata base consuited during the international search (name of data	base and, where practical	, search terms used)	
C. DOCUM	ENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT	·		
Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the	relevant passages	1	Relevant to claim No.
				Troit and to death the
A	US 4 945 266 A (MORI SATOSHI) 31 July 1990 (1990-07-31) abstract; claims; figures			1
A	US 4 394 590 A (HONDA AKIRA) 19 July 1983 (1983-07-19) abstract; claims; figures			1,3, 4 , 6-8
A	US 4 523 111 A (BALIGA BANTVAL 11 June 1985 (1985-06-11) cited in the application	J)		1,3,7
		-/		
			<u> </u>	
	,			
X Furti	l her documents are listed in the continuation of box C.	X Patent family	members are listed in	annex.
"A" docume	ent defining the general state of the art which is not leted to be of particular relevance	cited to understar	oilshed after the internid not in conflict with the	e application but
"E" earlier of	document but published on or after the international		ular relevance; the clal ered novel or cannot b ve step when the docu	e considered to
which citation "O" docume	is cited to establish the publication date of another n or other special reason (as specified) ent referring to an oral disclosure, use, exhibition or means	"Y" document of partic cannot be consid document is com	The second secon	med Invention ntive step when the other such docu—
"P" docume later ti	ent published prior to the international filing date but han the priority date claimed	in the art. "&" document membe		
Date of the	actual completion of the international search	Date of mailing of	the international search	h report
1	8 February 2000	28/02/2	2000	
Name and r	mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentiaan 2 NL – 2280 HV Rijswijk	Authorized officer		
	Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Wirner,	, C	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inten nal Application No PCT/DE 99/02924

		PC1/DE 99/02924	
	ation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to daim No.	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 012, no. 111 (E-598), 8 April 1988 (1988-04-08) -& JP 62 239719 A (ANRITSU CORP), 20 October 1987 (1987-10-20) cited in the application abstract	1	
A	WO 97 34322 A (SIEMENS AG ;MITLEHNER HEINZ (DE); STOISIEK MICHAEL (DE)) 18 September 1997 (1997-09-18) cited in the application	1,7-12, 19	
A	US 5 406 096 A (MALHI SATWINDER) 11 April 1995 (1995-04-11) abstract; claims; figures	1,7-12, 19	
A	EP 0 822 600 A (MOTOROLA INC) 4 February 1998 (1998-02-04) abstract; claims; figures	1,13	
	·		

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

information on patent family members

Inter nal Application No PCT/DE 99/02924

Patent document cited in search report			Publication date		Patent family member(s)	Publication date	
US	4945266	Α	31-07-1990	JP	1133413 A	25-05-1989	
				JP	1147914 A	09-06-1989	
				DE	3838962 A	08-06-1989	
US	4394590	Α	19-07-1983	WO	8101924 A	09-07-1981	
		*		EP	0048758 A	07-04-1982	
US	4523111	Α	11-06-1985	CA	1205877 A	10-06-1986	
				DE	3407975 A	13-09-1984	
				FR	2544934 A	26-10-1984	
				JP	1631121 C	26-12-1991	
				JP	2057735 B	05-12-1990	
				JP	59176929 A	06-10-1984	
JP	62239719	Α	20-10-1987	JP	1800089 C	12-11-1993	
				JP	5005409 B	22-01-1993	
WO	9734322	Α	18-09-1997	DE	19610135 C	19-06-1997	
				CN	1213458 A	07-04-1999	
				EP	0886883 A	30-12-1998	
US	5406096	A	11-04-1995	JP	7106573 A	21-04-1995	
EP	0822600	Α	04-02-1998	US	5780878 A	 14-07-1998	
				US	5917203 A	29-06-1999	
				JP	10093087 A	10-04-1999	

Interr nales Aktenzeichen PCT/DE 99/02924

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES 1PK 7 H01L27/085

Nach der Internationalen Patentidassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchlerter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) $1PK \ 7 \quad H01L \quad H03K$

Recherchlerte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchlerten Gebiete fallen

Während der Internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

Kategorie®	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 4 945 266 A (MORI SATOSHI) 31. Juli 1990 (1990–07–31) Zusammenfassung; Ansprüche; Abbildungen	1
A	US 4 394 590 A (HONDA AKIRA) 19. Juli 1983 (1983-07-19) Zusammenfassung; Ansprüche; Abbildungen	1,3,4, 6-8
A	US 4 523 111 A (BALIGA BANTVAL J) 11. Juni 1985 (1985-06-11) in der Anmeldung erwähnt	1,3,7
		
		,

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen	X Siehe Anhang Patentfamilie
Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :	"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum
"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist	oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kolliciert, sondern nur zum Verständnis des der
"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist	Erfindung zugrundellegenden Prinzipe oder der ihr zugrundellegenden Theorie angegeben ist
"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft er-	"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkett beruhend betrachtet werden
ausgeführt)	emmoenscher langket beruhend betrachtet werden """ Veröffentlichung von beeonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen
"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Berudzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist	Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheilegend let "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie let
Datum des Abschlusses der Internationalen Recherche	Absendedatum des Internationalen Recherchenberichts
18. Februar 2000	28/02/2000
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde	Bevollmächtigter Bedlensteter
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentiaan 2 NL – 2280 HV Rijswijk Tel. (+31–70) 340–2040, Tx. 31 651 epo ni, Fax: (+31–70) 340–3016	Wirner, C

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Inten naise Aktenzeichen
PCT/DE 99/02924

0.7		UI/DE 99/	<u> </u>
C.(Fortsetz	ung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Nategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommender	n rette	Betr. Anspruch Nr.
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 012, no. 111 (E-598), 8. April 1988 (1988-04-08) -& JP 62 239719 A (ANRITSU CORP), 20. Oktober 1987 (1987-10-20) in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung		1
A	WO 97 34322 A (SIEMENS AG ;MITLEHNER HEINZ (DE); STOISIEK MICHAEL (DE)) 18. September 1997 (1997-09-18) in der Anmeldung erwähnt		1,7-12, 19
A	US 5 406 096 A (MALHI SATWINDER) 11. April 1995 (1995–04–11) Zusammenfassung; Ansprüche; Abbildungen		1,7-12, 19
A	EP 0 822 600 A (MOTOROLA INC) 4. Februar 1998 (1998–02–04) Zusammenfassung; Ansprüche; Abbildungen		1,13
	*		
	,		

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur seiben Patentfamilie gehören

Inten vales Aktenzeichen
PCT/DE 99/02924

lm Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	M F	ltglied(er) der Patentiamilie	Datum der Veröffentlichung
US 4945266	Α	31-07-1990	JP	1133413 A	25-05-1989
			JP	1147914 A	09-06-1989
			DE	3838962 A	08-06-1989
US 4394590	Α	19-07-1983	WO	8101924 A	09-07-1981
			EP	0048758 A	07-04-1982
US 4523111	Α	11-06-1985	`CA	1205877 A	10-06-1986
			DE	3407975 A	13-09-1984
			FR	2544934 A	26-10-1984
			JP	1631121 C	26-12-1991
			JP	2057735 B	05-12-1990
			JP	59176929 A	06-10-1984
JP 62239719	A	20-10-1987	JP	1800089 C	12-11-1993
			JP	5005409 B	22-01-1993
WO 9734322	Α	18-09-1997	DE	19610135 C	19-06-1997
			CN	1213458 A	07-04-1999
			EP	0886883 A	30-12-1998
US 5406096	Α	11-04-1995	JP	7106573 A	21-04-1995
EP 0822600	Α	04-02-1998	US	5780878 A	 14-07-1998
			US	5917203 A	29-06-1999
			JP	10093087 A	10-04-1999